



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :  
**G01L 9/00, 15/00**

**A1**

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 99/26048**

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum: 27. Mai 1999 (27.05.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE98/03346**

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. November 1998  
(13.11.98)

(30) Prioritätsdaten:  
197 50 131.1 13. November 1997 (13.11.97) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): **SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).**

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WERNEF, Wolfgang  
[DE/DE]; Säbenerstrasse 256, D-81545 München (DE).  
TIMME, Hans-Jörg [DE/DE]; Putzbrunner Strasse 90,  
D-85521 Ottobrunn (DE).**

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AG; Postfach 22 16 34,  
D-80506 München (DE).**

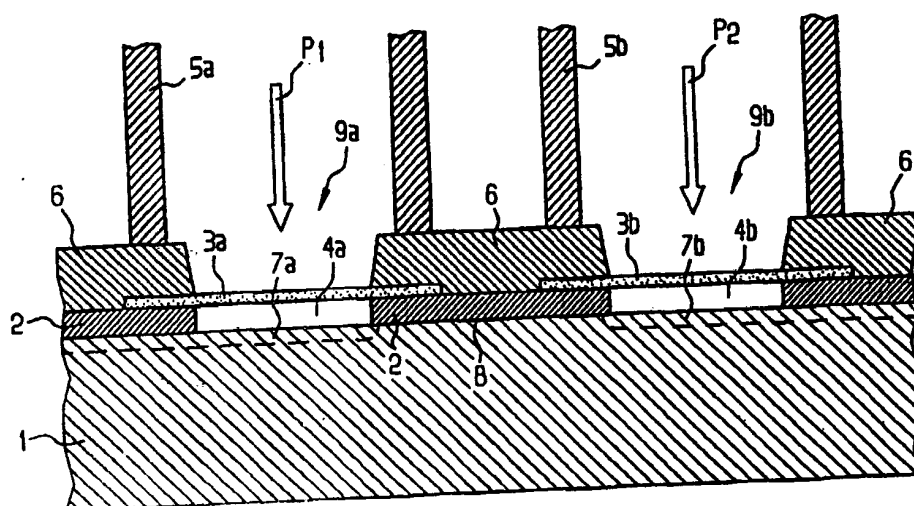
(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Veröffentlicht**

*Mit internationalem Recherchenbericht.*

(54) Title: **MICROMECHANICAL DIFFERENTIAL PRESSURE SENSOR DEVICE**

(54) Bezeichnung: **MIKROMECHANISCHE DIFFERENZDRUCKSENSORVORRICHTUNG**



(57) Abstract

The invention relates to a micromechanical differential pressure sensor device for measuring a pressure difference between two interspaced areas or media in which two absolute pressure measuring devices (9a, 9b) are integrated in a monolithic manner on a single supporting substrate, especially on a semiconductor chip (1). The absolute pressure measuring devices (9a, 9b) are preferably produced by means of surface micromechanic technology.

**(57) Zusammenfassung**

Mikromechanische Differenzdrucksensor-Vorrichtung zum Messen eines Druckunterschiedes zwischen zwei voneinander getrennten Räumen oder Medien, bei der auf einem einzigen Trägersubstrat, insbesondere auf einem Halbleiterplättchen (1), zwei Absolutdruck-Messvorrichtungen (9a, 9b) monolithisch integriert sind. Die Absolutdruck-Messvorrichtungen (9a, 9b) sind bevorzugt mittels Oberflächenmikromechanik-Technologie hergestellt.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabon	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Mikromechanische Differenzdrucksensorvorrichtung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine mikromechanische Differenzdrucksensorvorrichtung zum Messen einer Druckdifferenz in zwei voneinander getrennten Räumen oder Medien.

- 10 Die Messung von Differenzdrücken, d. h. eines Unterschiedes zwischen den herrschenden Drücken in zwei voneinander getrennten Räumen oder Medien, ist für viele Anwendungen von Drucksensoren von großer Bedeutung. Dabei ist es im allgemeinen nicht ausreichend, zwei Drücke  $p_1$  und  $p_2$  mit zwei separaten Drucksensoren absolut zu messen und die gewonnenen Meßwerte danach voneinander zu subtrahieren. Der Grund hierfür
- 15 liegt in der zu geringen Meßgenauigkeit der allgemein zur Verfügung stehenden Absolutdruckmessvorrichtungen, die insbesondere bei großen Druckbereichen bzw. hohen Absolutdrücken aber kleinen Differenzdrücken nicht genügt, die Druckdifferenz  $\Delta p = p_2 - p_1$  hinreichend genau zu liefern.
- 20

- Die Messung eines Differenzdruckes  $\Delta p = p_2 - p_1$  durch die Verwendung zweier unabhängiger Absolutdrucksensoren führt bei kleinen Differenzdrücken (bezogen auf den Meßbereich des Absolutdrucksensoren) zu erheblichen Meßfehlern. Bei einem Meßfehler der Absolutdrucksensoren von z. B. 1 % ergibt sich bei einem Differenzdruck  $\Delta p$  von z.B. 5 % des Meßbereiches bereits ein Fehler von 28 %.
- 25

- 30 Zur Lösung dieses Problems wurden Halbleiter-Differenzdrucksensoren vorgeschlagen, bei denen eine einzige druckempfindliche Membran von der einen Seite mit dem ersten Druck  $p_1$  und von der anderen Seite mit dem zweiten Druck  $p_2$  beaufschlagt wird. Folglich wird bei einer derartigen Anordnung die Membran entsprechend der Druckdifferenz  $\Delta p = p_2 - p_1$  ausgelenkt
- 35 und ermöglicht damit eine entsprechende Messung dieses Wertes.

Die Meßgenauigkeit eines derartigen Differenzdrucksensors ist abhängig von der Auslegung des Sensors, d. h. der Membran, der Abtastung der Membranauslenkung und der elektrischen bzw.  
5 elektronischen Auswertung etc..

Ein wesentliches Problem dieses Lösungsansatzes ist aber, daß die Herstellung solcher Halbleiter-Differenzdrucksensoren in sogenannter Volumen-Mikromechanik-Technologie (bulk microma-  
10 chining) erfolgen muß, bei der das Substratmaterial unterhalb der Membran vollständig entfernt (z. B. durch Ätzen) werden muß. Die entsprechenden Produktionsprozesse sind im allgemeinen nicht kompatibel mit modernen CMOS oder Bipolar-Halbleiterprozessen. Demzufolge ist es schwierig, zusätzlich zu der  
15 Drucksensorvorrichtung eine komplexe Auswerteschaltung direkt auf demselben Halbleiterchip zu integrieren.

Ein weiterer prinzipieller Nachteil der oben beschriebenen "bulk micromachining-Lösung" besteht darin, daß diese Differenzdrucksensoren ausgesprochen empfindlich auf die Montage-  
20 bzw. Gehäusebedingungen reagieren. Gewöhnlich wird dieses Problem durch einen Wafer-Bond-Prozeß (Verbinden zweier Wafer miteinander) gelöst, bei dem der Systemwafer, welcher die eigentliche Drucksensorvorrichtung trägt, mit einem Trägerwafer  
25 verbunden wird. Solche Trägerwafer können ihrerseits aus einem Halbleitermaterial oder aber auch aus thermisch angepaßten Gläsern oder Keramiken bestehen. Jeder Trägerwafer muß entweder vor oder nach dem Verbindungsprozeß mit dem Systemwafer strukturiert werden, damit eine Druckankopplung an die  
30 Membranunterseite erfolgen kann. Diese Strukturierung führt auf Justierprobleme, wenn sie vor dem Wafer-Bonden erfolgt. Erfolgt die Strukturierung dagegen nach dem Wafer-Bonden, so muß sie mit größter Vorsicht vorgenommen werden, da die empfindlichen Membranen sehr leicht beschädigt werden können,  
35 was entweder die Produktionsausbeute drastisch reduziert oder aber möglicherweise die Zuverlässigkeit und/oder Langzeitstabilität der Drucksensoren beeinträchtigen kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine mikromechanische Differenzdrucksensorvorrichtung zu entwickeln, die technisch einfach und gleichzeitig mit hoher Produktionsausbeute herstellbar ist und eine hohe Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Differenzdrucksensor gelöst, bei dem auf einem einzigen Trägerplättchen zwei Absolutdruckmeßvorrichtungen monolithisch integriert sind. Die beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen werden gleichzeitig, bevorzugt mittels Oberflächenmikromechanik-Technologie, hergestellt.

Aufgrund der monolithischen Integration der beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen, insbesondere deren Drucksensor-Membranen auf ein- und demselben Trägerplättchen sind die Absolutmeßfehler der beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen im wesentlichen gleich groß und besitzen zudem dasselbe Vorzeichen. Die Meßfehler sind folglich korreliert und heben sich durch die Differenzbildung der beiden Druckmeßwerte noch in der Meßbrücke am Eingang einer signalverarbeitenden Auswerteschaltungsanordnung praktisch auf.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors weist mindestens einer der beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen ein Druckanschlußteil (Kamin oder Schlauchstutzen) auf, über den einer der beiden Räume, in denen der Druck gemessen werden soll, an diese Absolutdruckmeßvorrichtung angekoppelt werden kann. Dadurch können auf einfache Weise die beiden Drücke getrennt voneinander an die Absolutdruckmeßvorrichtungen herangeführt werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Differenzdrucksensorvorrichtung sind in einem einzigen Halbleiterplättchen zwei voneinander getrennte dotierte Gebiete ausgebildet. Auf einer ersten Hauptfläche des

Halbleiterplättchens (z. B. ein Si-Plättchen, beispielsweise bestehend aus einem Si-Substrat alleine oder aus einem Si-Substrat mit einer Si-Epitaxieschicht) ist eine isolierende Opferschicht (z. B. Feldoxid (Si-Oxid)) mit einer ersten und  
5 einer zweiten Ausnehmung angeordnet, die bis auf die erste Hauptfläche des Halbleiterplättchens reichen. Die erste Ausnehmung ist dem ersten dotierten Gebiet und die zweite Ausnehmung ist dem zweiten dotierten Gebiet zugeordnet, wobei sich die Ausnehmungen bevorzugt jeweils insgesamt im Bereich  
10 des zugehörigen dotierten Gebietes befinden. Die beiden Ausnehmungen sind jeweils mit einer elektrisch leitendem Membran (z. B. bestehend aus dotiertem Polysilizium) gasdicht abgedeckt, so daß zwei voneinander getrennte Kammern ausgebildet sind, die jeweils von der ersten Hauptfläche des Halbleiter-  
15 plättchens, der zugehörigen Membran und den Wänden der Ausnehmungen begrenzt sind. Die Kammern sind beispielsweise mit Luft oder einem anderen Gas oder Gasgemisch gefüllt oder mit einem Vakuum versehen. Jede Membran bildet zusammen mit dem zugehörigen dotierten Gebiet eine kapazitive Absolutdruckmeß-  
20 vorrichtung aus, bei dem die Membran und das dotierte Gebiet die beiden Kondensatorplatten darstellen. Vorteilhafterweise ist mindestens einem der beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen ein Druckanschlußteil (z. B. ein Kamin oder ein Schlauchanschlußstutzen) zugeordnet, das unmittelbar am Rand der Abso-  
25 lutdruckmeßvorrichtung aufgesetzt gasdicht mit diesem verbunden ist. Bevorzugt sind beide Absolutdruckmeßvorrichtungen mit jeweils einem solchen Druckanschlußteil versehen.

Bei einer weiterhin bevorzugten Weiterbildung der erfindungs-  
30 gemäßen Differenzdrucksensorvorrichtung ist auf dem Halbleiterplättchen eine Auswerteschaltungsanordnung integriert ausgebildet, die an die beiden Absolutdruckmeßvorrichtungen ange-  
gekoppelt ist, die deren Ausgangssignale empfängt und weiterverarbeitet. Vorteilhafterweise wird noch in einer Eingangs-  
35 brücke der Auswerteschaltungsanordnung die Differenz der beiden Ausgangssignale der beiden Absolut-Drucksensorvorrichtungen gebildet und nur noch dieses Differenzsignal von der Aus-

werteschtaltung weiterverarbeitet. Durch diese Differenzbildung der Drucksensorsignale bereits am Eingang der Auswerteschaltungsanordnung betreffen sämtliche durch die Auswerteschaltung verursachten Fehler vorteilhafterweise nur noch das Differenzsignal  $\Delta p$ , nicht aber die Einzelmessungen der Drücke  $p_1$  und  $p_2$ .

Der Abgleich der aus zwei monolithisch integrierten Absolutdrucksensorvorrichtungen aufgebauten Differenzdrucksensorvorrichtung erfolgt vorteilhafterweise für die Differenzdruckkennlinie. Dadurch lassen sich vorteilhafterweise eventuelle Unterschiede beider Absolutdrucksensorvorrichtungen hinsichtlich Offset und Empfindlichkeit kompensieren.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen und vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel in Verbindung mit den Figuren 1 bis 3. Es zeigen:  
Figur 1 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch das Ausführungsbeispiel,  
Figur 2 eine schematische Darstellung einer ersten Auswerteschaltungsanordnung und  
Figur 3 eine schematische Darstellung einer zweiten Auswerteschaltungsanordnung.

Bei dem Differenzdrucksensor gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 zur Messung der Differenz zwischen einem ersten Druck  $p_1$  und einem zweiten Druck  $p_2$  sind in einer Siliziumschicht 1 benachbart zu einer ersten Hauptfläche dieser Siliziumschicht 1 zwei voneinander getrennte, einen Abstand voneinander aufweisende dotierte Gebiete 7a (im folgenden "erstes dotiertes Gebiet" genannt) und 7b (im folgenden "zweites dotiertes Gebiet" genannt), sogenannte "doped wells", ausgebildet. Die Siliziumschicht 1 ist z. B. ein Siliziumsubstrat oder eine auf einem Siliziumsubstrat aufgebrachte Siliziumepitaxieschicht. Die Dotiergebiete sind beispielsweise mittels Implantation und/oder Diffusion hergestellt. Auf der er-

sten Hauptfläche 8 der Siliziumschicht 1 ist eine elektrisch isolierende Schicht 2 aufgebracht, die ein erstes 4a und ein zweites Fenster 4b aufweist, in denen die erste Hauptfläche 8 der Siliziumschicht 1 freigelegt ist. Sie besteht beispielsweise aus einem Feldoxid (Siliziumoxid). Das erste 4a und das zweite Fenster 4b befindet sich, von der Siliziumschicht 1 aus gesehen, über dem ersten 7a bzw. über dem zweiten dotierten Gebiet 7b. Das erste 4a und das zweite Fenster 4b ist mit einer ersten 3a bzw. mit einer zweiten elektrisch leitenden Membran 3b gasdicht abgedeckt, die beispielsweise im Wesentlichen aus dotiertem Polysilizium bestehen.

Die von den Seitenwänden der Fenster 4a und 4b, der Hauptfläche der Siliziumschicht 1 und den Membranen 3a und 3b begrenzten „Kammern“ sind z. B. mit Luft oder einem anderen Gas oder Gasgemisch gefüllt oder mit einem Vakuum versehen.

Auf der elektrisch isolierenden Schicht 2 und auf dem Überlappungsbereich zwischen dieser und den Membranen 3a und 3b ist eine weitere elektrisch isolierende Schicht 6 (z. B. Si-Oxid oder Si-Nitrid) aufgebracht, derart, daß die Membranen 3a und 3b im Bereich der Fenster 4a und 4b frei bleiben.

Die erste Membran 3a und das erste dotierte Gebiet 7a sowie die zweite Membran 3b und das zweite dotierte Gebiet 7b bilden einen ersten bzw. einen zweiten „Platten“-Kondensator mit druckabhängiger Kapazität (abhängig vom Druck auf die zugehörige Membran)  $C_1(p_1)$  bzw.  $C_2(p_2)$  aus. An den Rändern der Drucksensorbereiche dieser beiden jeweils aus einem dotierten Gebiet 7a, 7b und aus einer Membran 4a, 4b gebildeten Absolutdrucksensorvorrichtungen 9a und 9b ist jeweils ein Druckanschlußteil 5a und 5b, z. B. ein Kunststoffkamin oder ein Kunststoff-Schlauchanschluß, gasdicht auf der weiteren elektrisch isolierenden Schicht 6 befestigt. Mittels dieser Druckanschlußteile 5a und 5b können auf einfache Weise die beiden zu messenden Drücke getrennt voneinander der jeweils



zugehörigen Absolutdrucksensorvorrichtungen 9a und 9b zugeführt werden.

Bei der in Figur 2 schematisch dargestellten Schaltungsanordnung zur Auswertung der beiden Ausgangssignale der Absolutdrucksensorvorrichtungen 9a, 9b handelt es sich um eine sogenannte Switched Capacitor-Schaltung zur Auswertung des Signals  $C_1 - C_2$ . Hierbei werden die beiden Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  mit gegenphasigen Signalen  $S_1$  und  $S_2$  angesteuert und über einen Schalter S, an den jeweils ein Anschluß der Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  herangeführt ist, einem einfachen Integrator 10 (z. B. eines Sigma-Delta-Wandlers) zugeführt, dessen Ausgang 11 an eine weitere Auswerteschaltung angeschlossen ist. Diese Schaltungsanordnung und auch die weitere Auswerteschaltungsanordnung ist vorteilhafterweise zusammen mit der Differenzdrucksensorvorrichtung auf ein und demselben Siliziumchip integriert. Dies läßt sich auf einfache Weise realisieren, weil die oberflächenmikromechanischen Prozeßschritte mit Prozeßschritten zum Herstellen von integrierten Schaltungen kompatibel sind.

Bei der in Figur 3 schematisch dargestellten Schaltungsanordnung zur Auswertung der beiden Ausgangssignale der Absolutdrucksensorvorrichtungen 9a, 9b handelt es sich ebenfalls um eine sogenannte Switched Capacitor-Schaltung zur Auswertung des Signals  $C_1 - C_2$ . Hierbei werden die beiden Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  aber im Unterschied zur oben beschriebenen Schaltungsanordnung mit gleichphasigen Signalen  $S_1$  und  $S_2$  angesteuert und über zwei getrennte Schalter Sa und Sb einem differentiellen Integrator 10 (z. B. eines Sigma-Delta-Wandlers) zugeführt, dessen Ausgang 11 an eine weitere Auswerteschaltung angeschlossen ist. Hinsichtlich der Integration dieser Schaltungsanordnung zusammen mit der Differenzdrucksensorvorrichtung auf ein und demselben Siliziumchip gilt das im Zusammenhang mit Figur 2 gesagte.

## Patentansprüche

1. Mikromechanische Differenzdrucksensor-Vorrichtung zum Mes-  
sen eines Druckunterschiedes zwischen zwei voneinander ge-  
5 trennten Räumen oder Medien, bei der auf einem einzigen Trä-  
gersubstrat zwei Absolutdruck-Meßvorrichtungen (9a, 9b) mono-  
lithisch integriert sind.
- 10 2. Mikromechanische Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach An-  
spruch 1, bei der mindestens einer der beiden Absolutdruck-  
Meßvorrichtungen ein Druckanschlußteil (5a, 5b) aufweist,  
über das einer der beiden Räume, in denen der Druck ( $P_1$ ,  $P_2$ )  
gemessen werden soll, an diese Absolutdruck-Meßvorrichtung  
(5a, 5b) ankoppelbar ist.
- 15 3. Mikromechanische Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach An-  
spruch 1 oder 2, bei der:  
- das Trägersubstrat ein Halbleiterplättchen (1) ist, in dem  
voneinander getrennte dotierte Gebiete (7a, 7b) ausgebildet  
20 sind,  
- auf einer ersten Hauptfläche (8) des Halbleiterplättchens  
(1) eine isolierende Opferschicht (2) mit einer ersten (4a)  
und einer zweiten Ausnehmung (4b) angeordnet ist,  
- die erste Ausnehmung (4a) dem ersten dotierten Gebiet (7a)  
25 und die zweite Ausnehmung (4b) dem zweiten dotierten Gebiet  
(7b) zugeordnet ist,  
- die beiden Ausnehmungen (4a, 4b) jeweils mit einer elek-  
trisch leitenden Membran (3a, 3b) gasdicht abgedeckt sind, so  
daß zwei voneinander getrennte Kammern ausgebildet sind, und  
30 - jede Membran (3a, 3b) zusammen mit dem zugehörigen dotier-  
ten Gebiet (7a, 7b) eine kapazitive Absolutdruck-Meßvorrich-  
tung ausbildet, bei der die Membran (3a, 3b) und das dotierte  
Gebiet (7a, 7b) die beiden Kondensatorplatten darstellen.
- 35 4. Mikromechanische Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach An-  
spruch 3, bei der die Kammern mit Luft oder mit einem anderen

Gas oder Gasgemisch gefüllt sind oder mit einem Vakuum versehen sind.

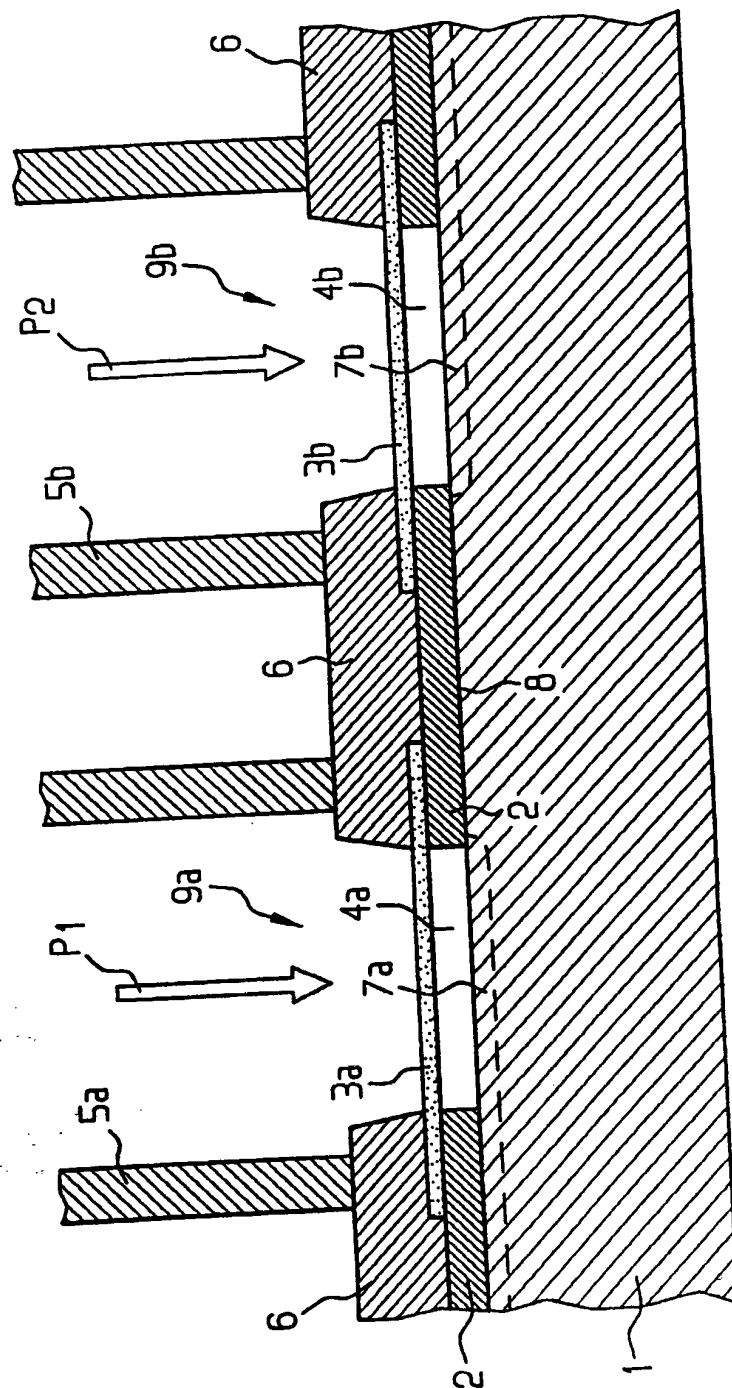
5 5. Mikromechanische Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, bei der auf dem Halbleiterplättchen (1) eine Auswerteschaltungsanordnung integriert ist, die an die beiden Absolutdruck-Meßvorrichtungen angekoppelt ist und deren Ausgangssignale empfängt und weiterverarbeitet.

10 6. Mikromechanische Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Auswerteschaltungsanordnung eine Eingangsbrücke aufweist, die die Differenz der beiden Ausgangssignale der beiden Absolutdruck-Sensorvorrichtungen bildet und bei der die Auswerteschaltung nur noch dieses Differenz-  
15 signal weiterverarbeitet.

7. Verfahren zum Herstellen einer mikromechanischen Differenzdruck-Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die beiden Absolutdruck-Meßvorrichtungen (9a, 9b)  
20 gleichzeitig mittels Oberflächenmikromechanik-Technologie hergestellt werden.

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

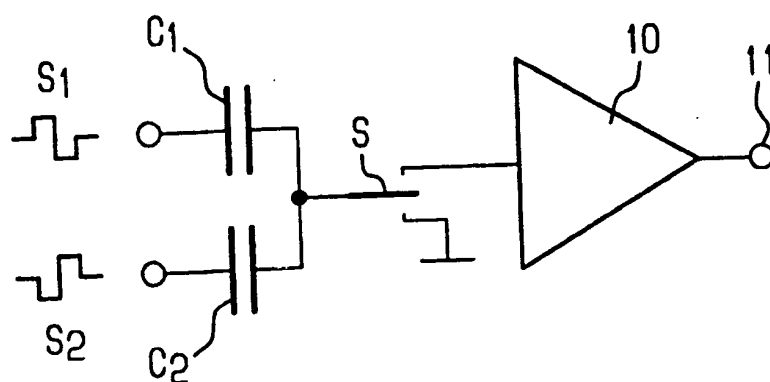
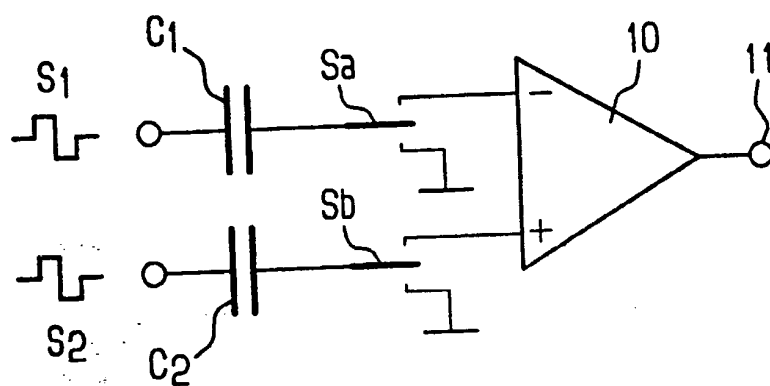


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 98/03346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01L9/00 G01L15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 790 192 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 13 December 1988	1,2,7
Y	see column 13, line 14 - column 14, line 11; figures 23-26	4,5
A	EP 0 639 761 A (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH) 22 February 1995	1,2,7
Y	see column 3, line 51 - column 4, line 46; figure 1	4
A	US 4 730 496 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 15 March 1988	1,7
Y	see abstract; figure 3	4
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 1999

Date of mailing of the international search report

10/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5018 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 3160140  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gerken, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: ional Application No  
PCF/DE 98/03346

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	TANIGAWA H ET AL: "MOS INTEGRATED SILICON PRESSURE SENSOR" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, vol. 32, no. 7, July 1985, pages 1191-1195, XP000604685 see the whole document	5
A	US 4 565 096 A (KNECHT THOMAS A) 21 January 1986 see abstract; figure 1	1,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Intr. l. Application No

PCI/DE 98/03346

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4790192 A	13-12-1988	NONE	
EP 0639761 A	22-02-1995	CH 688745 A FI 943048 A JP 7027646 A NO 942410 A	13-02-1998 26-12-1994 31-01-1995 27-12-1994
US 4730496 A	15-03-1988	CA 1297701 A CN 1011074 B DE 3785037 A EP 0311612 A JP 9250963 A JP 1503001 T JP 2610464 B WO 8707947 A	24-03-1992 02-01-1991 29-04-1993 19-04-1989 22-09-1997 12-10-1989 14-05-1997 30-12-1987
US 4565096 A	21-01-1986	BR 8407212 A CA 1225255 A EP 0164413 A JP 61500633 T WO 8502677 A	26-11-1985 11-08-1987 18-12-1985 03-04-1986 20-06-1985



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int: ionales Aktenzeichen

PCr/DE 98/03346

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 G01L9/00 G01L15/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 790 192 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 13. Dezember 1988	1,2,7
Y	siehe Spalte 13, Zeile 14 - Spalte 14, Zeile 11; Abbildungen 23-26	4,5
A	EP 0 639 761 A (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH) 22. Februar 1995	1,2,7
Y	siehe Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 46; Abbildung 1	4
A	US 4 730 496 A (KNECHT THOMAS A ET AL) 15. März 1988	1,7
Y	siehe Zusammenfassung; Abbildung 3	4
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/03/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gerken, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03346

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	TANIGAWA H ET AL: "MOS INTEGRATED SILICON PRESSURE SENSOR" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Bd. 32, Nr. 7, Juli 1985, Seiten 1191-1195, XP000604685 siehe das ganze Dokument	5
A	US 4 565 096 A (KNECHT THOMAS A) 21. Januar 1986 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1	1,7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03346

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4790192 A	13-12-1988	KEINE	
EP 0639761 A	22-02-1995	CH 688745 A	13-02-1998
		FI 943048 A	26-12-1994
		JP 7027646 A	31-01-1995
		NO 942410 A	27-12-1994
US 4730496 A	15-03-1988	CA 1297701 A	24-03-1992
		CN 1011074 B	02-01-1991
		DE 3785037 A	29-04-1993
		EP 0311612 A	19-04-1989
		JP 9250963 A	22-09-1997
		JP 1503001 T	12-10-1989
		JP 2610464 B	14-05-1997
		WO 8707947 A	30-12-1987
US 4565096 A	21-01-1986	BR 8407212 A	26-11-1985
		CA 1225255 A	11-08-1987
		EP 0164413 A	18-12-1985
		JP 61500633 T	03-04-1986
		WO 8502677 A	20-06-1985